

ФРАКТАЛЬНЫЙ ПОДХОД К СТРУКТУРИРОВАНИЮ ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

Горнов А.О.

Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт»

Шацилло Л.А.

Казанский национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева

Проблемы совершенствования различных сторон инженерной подготовки (ИП) и, в частности, ее геометро-графической составляющей, стали особенно актуальными, в частности, в связи с уже достигнутым на предприятиях высокотехнологичного машиностроения высоким уровнем комплексной информатизации на базе CE/PLM-методологий [1]. В геометро-графической подготовке (ГГП), как составляющей инженерной подготовки (ИП), необходимость изменений и их перспективы видятся в направлении её более широкой интеграции, как минимум, с элементами проектной подготовки или, если еще шире, – дизайнерской. Можно говорить, что проблемы совершенствования ГГП и ИП так связаны между собой, что их трансформации не могут быть изолированными.

На пути официально принятых новых подходов к ИП и ГГП и зафиксированных в ФГОС ВПО за последние годы из реальных результатов пока видны лишь изменения в дидактическом словаре, в котором закрепились синонимы привычных понятий: компетентностный подход, модули, прикладной и академический бакалавр, ЗУВы, зачетные единицы и т.п. Реализация модульности применительно к структурированию ГГП чаще всего приводит к очевидным перестановкам тем в содержании обучающего материала (например, [2]). Но ведь и при старом, “некомпетентном подходе”, учебные планы для отдельных направлений подготовки тоже никогда не делались под копирку и отличались количеством отдельных тем и порядком их изучения. Много усилий и времени потрачено на их “переработку” путем формальной привязки отдельных тем и разделов к соответствующим компетенциям. При этом группировка самих компетенций, да еще в рамках разных дисциплин, является отдельной темой, а их междисциплинарное согласование так и остается желаемым фантомом, представляется не всегда корректными реализациями.

В контексте этих перестроечных процессов авторы акцентируют внимание на концепции естественного структурирования инженерной подготовки (Natural occurring Learning, NL) [3,4] и соответственно ее геометро-графической составляющей, предполагающей междисциплинарный деятельностный подход к упомянутым выше проблемам на новой структурной основе. Перспективы перехода к NL стали реальней с ростом темпов информатизации различных сторон образовательной деятельности.

Концепция NL в своей основе **имеет** структурное **ядро, генерирующее**, в свою очередь, **сквозную фрактальную структуру**, подобную для отдельных образовательных фрагментов: от любой учебной задачи в рамках отдельной дисциплины, самой дисциплины, совокупности дисциплин инженерной подготовки, т.е. структуры ИП в целом (рис. 1):

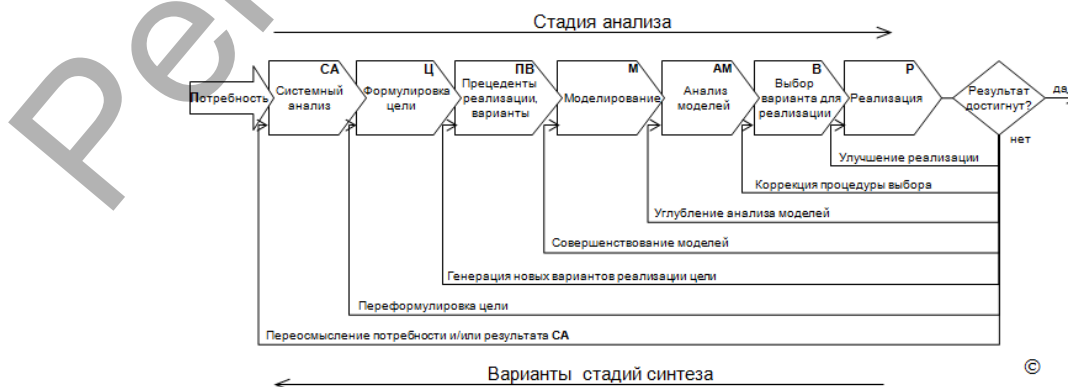


Рисунок 1 – Структурное ядро NL – обобщенная структура деятельности

Базовая структура инвариантна к описанию любой деятельности и является по сути описанием логики естественной преобразующее-познавательной функции деятельности человека. Применительно к учебной деятельности это означает, что в любом указанном выше учебном фрагменте можно выделить следующие **последовательные фазы**, обеспечивающие деятельностьный характер учебного процесса. Первая – фаза системного анализа (**СА**), связанного с определенным объектом (группой объектов), процессов или ситуацией в данной области техники. Вторая – формулировки цели (**Ц**), когда по результатам системного анализа, в определенном формате формулируется, за счет чего предполагается разрешить противоречия и проблемы. Третья – обзор прототипов (прецедентов) или формулировка новых вариантов (**ПВ**) реализации данной цели. Четвертая – моделирование (**М**) элементов этих прецедентов и вариантов и пятая – анализ их моделей (**АМ**). Шестая – фаза выбора (**В**), предполагает выбор по каким-либо критериям качества, лучшего варианта для реализации (**Р**) его в последней – седьмой, фазе “прямого” деятельностиного цикла.

Это **аналитическая стадия**, в том числе учебного, фрагмента деятельности. Его фазы выделяются в любом предметном дисциплинарном модуле, группируются в логическую последовательность, поддерживающую по содержанию эти же фазы в укрупненной структуре каждого цикла, соответствующего одному из видов (профилей) деятельности в технике. При этом дисциплинарные фрагменты оказываются логически связанными этими фазами, а требования к глубине проникновения в сущность и методологию деятельности в рамках каждой фазы возрастает и углубляется по мере усложнения моделируемой деятельности. Деятельность, реализуемая **на основе одного** из множества первоначальных прототипов, в которой не игнорированы этапы моделирования, анализа и выбора, является **аналитической**. Этот **этап в обучающей практике необходим** как некая относительная **точка отсчета** для последующих синтетических циклов **и оценки новизны (эффективности и сложности)** получаемых на этих этапах результатов, в том числе и в учебном цикле. Повторение таких циклов в рамках учебного процесса **есть обучение процедурным, алгоритмическим навыкам**. Это структурная интерпретация одной из критикуемых характеристик старых образовательных подходов – их рецептурно-знаниевая направленность и, как следствие, соответствующая традиционная дидактика.

Наличие обратных связей, если результат требует коррекции, определяет **синтетические стадии** деятельности со скорректированным содержанием одной или нескольких фаз. Если результат реализации положительный, то он сохраняется для последующего прецедента в данных условиях, определяя **преобразующий и обучающий эффект** деятельности одновременно. Если на базе прототипов удовлетворительного решения нет, а потребность сохранилась, то, как продолжение, **деятельность идет уже в продуктивном режиме**: могут генерироваться новые целевые варианты (и далее деятельность по тем же этапам), и/или уточняться модели, и/или критерии и процедуры выбора и т.д. Наличие этих корректирующих обратных связей как элементов деятельности и определяет её **синтетический (креативный)** характер. Поэтому **такая структура** содержит **обучающее начало творческой продуктивной деятельности** и **становится основной** в рамках инженерной подготовки (учебной деятельности) как одного из частных проявлений деятельности вообще. Одна из форм реализации “обратных связей” – индивидуальные и “бригадные” курсовые проектные задания и проекты. Реализация в учебном процессе таких креативных циклов предполагает обогащение дидактики специфическими для проектной деятельности элементами. Главное **“умение” должно быть продуктивным, а не процедурным**. Именно преобладание таких циклов может обеспечить переход к обучению творческой деятельности. Как иногда теперь формулируют: **“не только знаю, но и умею”**.

Структурное ядро NL **инвариантно к виду и сфере деятельности**, его основные элементы совпадают со структурой проектирования, так как любая деятельность в своей основе сначала проектируется, а затем реализуется. В рамках концепции NL формулировки задач ГПП должны быть **акцентированы не на отработку алгоритмически-технологической части, а на реализацию цели, сформулированной в прикладных или геометрических по-**

нятиях. Вариантов достижения ее может быть множество, а выбор на основе анализа должен быть оптимальным в смысле выбранных критериев эффективности.

Другим **структурообразующим фактором** NL, определяющим последовательность изменения содержания и характера моделируемой в процессе обучения деятельности, является логика возникновения и развития профессиональных видов деятельности в технике. Для каждого из них характерны определенные описательные признаки объекта (процесса). Эти признаки расширяются и усложняются, интегрируясь по мере перехода к позднее возникшим видам деятельности. При формировании модели концепции NL каждый вид деятельности представлен инвариантной структурой как на рис.1 (без обратных связей), образовав новую «двумерную» структуру (рис.2).

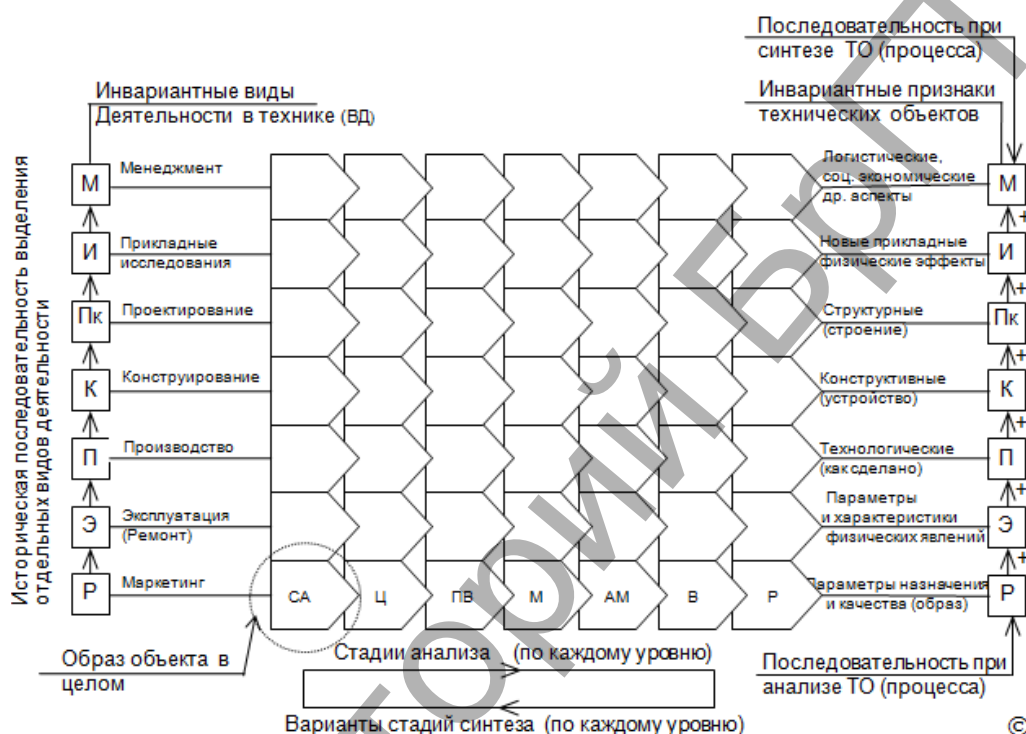


Рисунок 2 – Базовая структура “естественного” учебного плана ИП

Справа для каждого вида деятельности на рис. 2 указаны описательные признаки ТО (процессов), **минимально необходимые** для данного вида деятельности. В таком виде структура NL хорошо иллюстрирует **инвариантность логической последовательности образовательных фаз** (рис.1) относительно текущего уровня (вида) подготовки. Что касается **элементов ГПП**, то NL “требует” их, как **одной из разновидностей моделей**, в фазах моделирования и анализа моделей (М, АМ), как и другие фрагменты дисциплин, относящихся к моделям разной природы и уровня, распределить их по специфике и сложности, соответствующим прикладным аспектам моделируемых видов деятельности.

В отличие от традиционной привязки только к конструкторским аспектам, да и то, **опережая саму конструкторскую подготовку**, в рамках NL предполагается **более широкий спектр ГПП, вплетенный в саму подготовку** на соответствующем уровне. В этом спектре и элементы презентационной, коммуникативной и проектной графики, её креативных возможностей и преимуществ в рамках прикладных научных исследований, задач организации и управления. В действительности специфические графические средства и модели в **проектной и инженерной практике** играют более широкую роль, чем та, которая отведена им сейчас в **инженерной подготовке**. Можно даже говорить о ренессансе графического языка в связи с расширением его технологий. При этих условиях сохранится междисциплинарная гармония, имея в виду, что аналогичные структурные построения (модуляция их по упомянутым выше фазам и уровням)

выполнены и для других дисциплин ИП. (Сейчас мы не обсуждаем привязку ГПП к какой-либо кафедре, в принципе она должна быть сквозной, на протяжении всего обучения).

Для иллюстрации реализации фрактального подобия такого построения ИП приведем пример **на уровне постановки задачи в рамках ГПП**. Здесь нет претензий на оригинальность – это только структурно-содержательная иллюстрация, даже не изобразительная, ввиду ограничений рамками статьи.

Пусть требуется восстановить работоспособность дефектного участка конической (цилиндрической или др.) оболочки. В результате **анализа ситуации (СА)** оценен возможный ущерб от аварии, временные ресурсы, наличие ремонтных материалов, технологий и специалистов, принято решение **провести ее ремонт (Ц)** путем наложения заплатки, приварив её в дефектной зоне. При этом критериями качества могут быть приняты например затраты материалов, длина сварных швов.

Модель **(М)** и ее формирование: - моделирование предполагает представление геометрических аспектов задачи в виде проекций поверхностей оболочки, развертки дефектного участка поверхности. Анализ модели **(АМ)** предполагает построение вариантов многогранников, покрывающих дефектную зону, и вариантов их реализации из ресурса материалов. Выбор **(В)** варианта в простом случае может быть на основе скалярного критерия, например по минимуму отходов в данном варианте. Реализация **(Р)** в рамках учебной задачи в виде чертежа конкретной конфигурации ремонтной заплатки, которая предварительно сваривается по этому чертежу.

Такие постановки с не единственным вариантом решения, конечно, возможны и должны быть (но не везде обязательны) на основе любых традиционных фрагментов ГПП: чертежей или электронных моделей сборочных единиц с вариацией отдельных узлов, при простановке размеров, компоновке модели или чертежа, траекторной реализации трубопроводов и электропроводки, модернизации геометрии детали и т.д. При этом, как и в примере, отдельные недоступные студентам фазы иногда могут быть отражены в описании (условии). Здесь фаза **СА** и частично **Ц**, в содержание которых студентов надо “погружать”.

На первый взгляд атрибуты задачи “распухли” и привычное условие в виде заготовок проекций и очевидного – “найти” – потерялись. Их действительно нет в условии. Это модель **(М)** задачи, которую надо еще составить. Верно только то, что подготовка таких задач требует работы, которая должна окупиться большим интересом студентов к предмету, формированием элементов профессиональной культуры и уровнем владения логикой деятельности, на что в принципе ориентируют новые ФГОС ВПО. Заметим, как и в [5], что потребность затрат времени на обучение процедурным навыкам уменьшается и будет уменьшаться в будущем – они формируются в процессе этой деятельности, о чем свидетельствует и зарубежный опыт.

NL подразумевает, что учебный процесс по структуре должен соответствовать общей структуре деятельности, будучи её подсистемой, и, как следствие, подобен естественной логике деятельности обучаемых вне учебного процесса.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Усанова, Е.В. Вопросы проектирования геометро-графической подготовки в контексте технологий параллельного инжиниринга / Е.В. Усанова // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе в условиях ФГОС ВПО: материалы II-й Международной научно-практ. интернет-конф. – Пермь: Изд-во ПермГТУ, 2010. – С. 113-120.
2. Свичкарева, Г.Н. Оптимизация структуры и содержания графических дисциплин с позиции модульно-компетентностного подхода / Г.Н. Свичкарева, Т.В. Андрушина, В.А. Ковалев // Геометрия и графика. – 2013. – Том 1. Вып.1. – С. 77-79.
3. Горнов, А.О. Естественные и искусственные структуры учебного процесса / А.О. Горнов, В.А. Анисимов // Инф.–аналит. сб. НИИВО. – 1994. – Вып. 9–10. – С. 1-45.
4. Горнов, А.О. Основные положения концепции естественной структуры инженерной подготовки (Natural occurring Learning – NL) / А.О. Горнов, Л.А. Шацилло // Образование и саморазвитие. – 2013. – № 4(38). – С. 30-36.
5. Горнов, А.О. Состояние и перспективы базовой геометро-графической подготовки инженеров / А.О. Горнов, Л.А. Шацилло // Международная научно-практическая конференция. – Брест: Изд-во БрГТУ, 2013. – С.32-37.